

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-223757

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

H01S 3/036

(21)Application number : 11-027048

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 04.02.1999

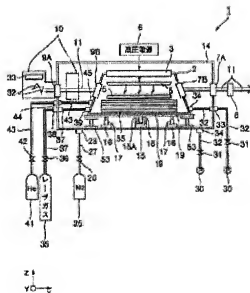
(72)Inventor : WAKABAYASHI OSAMU
ENAMI TATSUO
NAGAI SHINJI

(54) GAS LASER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas laser which has high pressure resistance to laser gas and can obtain strong power by increasing the pressure of laser gas.

SOLUTION: In a gas laser 1, laser gas whose pressure PL is higher than atmospheric pressure is sealed in a laser chamber 2, and a laser light 11 is oscillated by pumping the laser gas. A pressurized chamber 14 which is filled with inert gas whose pressure PN is lower than the pressure PL of the laser gas and higher than atmospheric pressure is installed. The laser chamber 2 is accommodated in the pressurized chamber 14. In another case, the outside parts of the laser chamber 2, which parts correspond to at least output parts 7B, 9B of the laser light 11 and to a discharge circuit 3 which is installed in the laser chamber 2 and excites the laser gas, are covered with the pressurized chamber 14.



[Claim(s)]

[Claim 1] In a gas laser (1) which closes laser gas of a pressure (PL) higher than atmospheric pressure, excites the laser gas, and oscillates a laser beam (11) in a laser chamber (2), A gas laser (1) having had a pressurization chamber (14) which filled up an inside with inactive gas of a pressure (PN) higher than atmospheric pressure lower than a pressure (PL) of laser gas, and storing a laser chamber (2) inside this pressurization chamber (14).

[Claim 2] Laser gas of a pressure (PL) higher than atmospheric pressure is closed in a laser chamber (2), In a gas laser (1) which emits outside a laser beam (11) which excited the laser gas and was oscillated from an emitting part (7B, 9B) of a laser chamber (2), Have a pressurization chamber (51) which filled up an inside with inactive gas of a pressure (PN) higher than atmospheric pressure lower than a pressure (PL) of laser gas, and by this pressurization chamber (51). A gas laser (1) covering at least the laser chamber (2) outside of an emitting part (7B, 9B) or a discharge circuit (3) with which a laser chamber (2) is equipped further, and which excites laser gas.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the gas laser which excites the laser gas of a pressure higher than atmospheric pressure, and oscillates a laser beam.

[0002]

[Description of the Prior Art]F2 laser is known, for example as a gas laser which excites the laser gas of a pressure higher than atmospheric pressure, and oscillates a laser beam from the former. F2 laser oscillates a laser beam with a wavelength of about 157 nm, and is used mainly as a light source of precision processings, such as laser lithography. Drawing 5 expresses the block diagram of the F2 laser concerning conventional technology. Based on the figures, conventional technology is explained below.

[0003]In the figure, F2 laser 1 is provided with the laser chamber 2 which enclosed laser gas, causes discharge by the inside, and is oscillating the laser beam 11. Fluoride (F2) and helium (helium) are enclosed with the inside of the laser chamber 2 with the predetermined pressure ratio as laser gas.

1 set of discharge electrodes 5 and 5 are installed in the specified position in the laser chamber 2.

The top opening 12 of the upper surface of the laser chamber 2 is equipped with the discharge circuit 3, a part of laser chamber 2 is constituted, and laser gas is closed. The transverse fan 54 which sends in laser gas between the discharge electrodes 5 and 5 is installed in the specified position of the laser chamber 2. This transverse fan 54 is supported movably by the magnetic fluid bearing 55 and 55 fixed to the both ends of the laser chamber 2, enabling free rotation.

Power is supplied by the motor 56 connected to the magnetic fluid bearing 55 and 55, and it rotates.

And high tension is impressed between the discharge electrodes 5 and 5 via this discharge circuit 3, discharge is started from the external high voltage power supply 6, laser gas is excited, and the laser beam 11 is oscillated.

[0004]The oscillated laser beam 11 penetrates the rear window 9 fixed to the rear end part (left-in-the-figure end) of the laser chamber 2. And total internal reflection is carried out by the rear mirror 10 provided behind [external] the laser chamber 2 (method of the left in the figure), the laser

chamber 2 is passed, and the front window 7 fixed to the front end part of the laser chamber 2 is penetrated. The laser beam 11 which penetrated the front window 7 carries out partial transmission of the front mirror 8, and the part emits it outside. Thus, conventional F2 laser 1 has the almost same composition as excimer laser, and is oscillating the laser beam 11 with a wavelength of about 157 nm by setting composition of laser gas to F2 and helium. And since power of laser beam 11 sufficient as a light source for processing cannot be obtained in F2 laser 1 if the pressure of laser gas shall be the same 2-3 atmospheres as excimer laser, Power is raised by making pressure PL of laser gas one (for example, about 10 atmospheres) several times the pressure of excimer laser.

[0005]

[Problem to be solved by the invention]However, there is a problem which is described below in said conventional technology.

[0006]That is, in F2 laser 1, since pressure PL of laser gas is large, the pressure differential (PL-atmospheric pressure) of the inside of the laser chamber 2 and the exterior (atmosphere) is dramatically large. Therefore, big power is applied toward the exterior from the inside of the laser chamber 2, the laser chamber 2 expands or changes, and there is a problem that the optic axis of the laser beam 11 shifts. Since the discharge circuit 3 receives the power in the laser chamber 2 in which it is the biggest since the area of the top opening 12 is large and moreover comprises insulating materials, such as ceramics, it is difficult to fix to the laser chamber 2 firmly. The discharge circuit 3 is provided with many current introduction means (not shown) in order to supply high tension to the discharge electrodes 5 and 5 which are in an inside from the exterior of the laser chamber 2, but it is difficult to fix this current introduction means to the discharge circuit 3 which is an insulating material firmly. Since the windows 7 and 9 are formed with vitrified construction material, they are difficult to fix to the laser chamber 2 firmly. Although the magnetic fluid bearing 55 and 55 equips that inside with the magnetic fluid and laser gas is closed with this magnetic fluid, this magnetic fluid may be extruded outside with the pressure of laser gas. Thus, when the big power according [the magnetic fluid bearing 55 and 55, the discharge circuit 3 including a current introduction means or the window 7, and the component currently fixed to the laser chamber 2 of 9 grades] to an above-mentioned pressure differential (PL-atmospheric pressure) is

applied, there is a problem of separating from the laser chamber 2. It deteriorates, when the sealing means of not only these but an O ring etc. carries out long term use, and there is a problem that the component currently fixed to the laser chamber 2 separates from the laser chamber 2. Therefore, pressure PL of laser gas is raised and the laser chamber 2 which can carry out long term use is needed.

[0007]This invention is made paying attention to the above-mentioned problem, and has the high pressure-proofing to laser gas, and an object of this invention is to provide the gas laser which can obtain strong power by heightening the pressure of laser gas.

[0008]

[Means for Solving the Problem and its Function and Effect]In order to attain the above-mentioned purpose, invention of Claim 1, In a gas laser which closes laser gas of a pressure higher than atmospheric pressure, excites the laser gas, and oscillates a laser beam in a laser chamber, It had a pressurization chamber which filled up an inside with inactive gas of a pressure higher than atmospheric pressure lower than a pressure of laser gas, and a laser chamber is stored inside this pressurization chamber.

[0009]According to the invention according to claim 1, a laser chamber is covered by a pressurization chamber which closed gas of a pressure higher than atmospheric pressure lower than a pressure of laser gas. Thereby, a pressure differential of the inside of a laser chamber and the outside is eased, and power concerning a laser chamber becomes weaker. Therefore, a laser chamber is not distorted or a discharge circuit or a window with which a laser chamber was equipped do not separate. And since pressure-proofing of a laser chamber goes up, laser gas of a high pressure can be enclosed and power of a laser beam is increased.

[0010]In the gas laser which emits outside the laser beam which the invention according to claim 2 closed the laser gas of the pressure higher than atmospheric pressure in the laser chamber, excited the laser gas, and was oscillated from the emitting part of a laser chamber, It had the pressurization chamber which filled up the inside with the inactive gas of the pressure higher than atmospheric pressure lower than the pressure of laser gas, and the laser chamber outside of an emitting part or the discharge circuit with which a laser chamber is equipped further and which excites laser gas is covered at least by this pressurization chamber.

[0011]According to the invention according to claim 2, the lateral part of the discharge circuit is covered by the pressurization chamber to emitting parts, such as a window, or a pan at least. Thereby, it decreases the emitting part from which it is especially easy to separate, and that the pressure differential of the laser chamber inside and the outside of a discharge circuit is further eased when laser has a discharge circuit, and an emitting part and a discharge circuit separate from a laser chamber. Therefore, since pressure-proofing of a laser chamber goes up, the laser gas of a high pressure can be enclosed and the power of a laser beam is increased.

[0012]

[Mode for carrying out the invention]First, the embodiment concerning this invention is described in detail, referring to a figure. In each embodiment, identical codes are given to the same element as the figure used for explanation of said conventional technology, and the figure used for explanation of the above-mentioned embodiment rather than the embodiment, and duplication explanation is omitted.

[0013]Hereafter, a 1st embodiment is described based on drawing 1 - drawing 3. The block diagram of the F2 laser which drawing 1 requires for this embodiment, and drawing 2 show detailed structural drawing of the pressurization chamber concerning this embodiment. As shown in drawing 1, F2 laser 1 is provided with the following.

The pressurization chamber 14 which closed inactive gas inside.

The laser chamber 2 which is installed in the inside of this pressurization chamber 14, encloses laser gas with an inside, and oscillates the laser beam 11.

[0014]The laser chamber 2 equips the front end part and rear end part with the front window 7B and the rear window 9B. Fluoride (F2) and helium (helium) are enclosed with the inside of the laser chamber 2 only for pressure PL with the predetermined pressure ratio as laser gas, and 1 set of discharge electrodes 5 and 5 are installed in the specified position in the laser chamber 2. The top opening 12 of the upper surface of the laser chamber 2 is equipped with the discharge circuit 3, a part of laser chamber 2 is constituted, and laser gas is closed. The transverse fan 54 which sends in laser gas between the discharge electrodes 5 and 5 is installed in the specified position in the laser chamber 2. This transverse fan 54 is supported movably by the

magnetic fluid bearing (not shown) fixed to the both ends of the laser chamber 2, enabling free rotation, and by the motor (not shown) connected to magnetic fluid bearing, power is supplied to it and it rotates.

[0015]The laser chamber 2 is stored inside the pressurization chamber 14 which closed the inactive gas (for example, N₂) of predetermined pressure PN. At this time, pressure PN of inactive gas is higher than atmospheric pressure lower than pressure PL of laser gas. Therefore, the power which the pressure differential of the inside of the laser chamber 2 and the exterior turns into a pressure differential (PL-PN), becomes smaller than the pressure differential (PL-atmospheric pressure) in conventional technology, and is applied to the laser chamber 2 is reduced. As for the oxygen density in the inactive gas in the pressurization chamber 14, in order to prevent absorption of the laser beam 11 by oxygen, it is desirable that it is 10 ppm or less. This pressurization chamber 14 equips that front end part (figure Nakamigi end) and rear end part with the front window 7A and the rear window 9A which penetrate the laser beam 11, respectively. As shown in drawing 2, the opening 46 is formed in the whole surface of the pressurization chamber 14, and it has the flange 14A which has O ring groove 47 and the bolthole 48 in the outer peripheral part of this opening 46. With this flange 14A, it can attach with the bolt which the lid 14B which has the bolthole 48 does not illustrate, and the inside of the pressurization chamber 14 is closed to it with the O ring (not shown) by which fitting was carried out to the lid 14B in O ring groove 47. The guide rail 15 which has the guide groove 15A in the direction (the direction of Y in a figure) vertical to the optical axis direction (the direction of X in a figure) of the laser beam 11, and the two rails for movable rack 16 and 16 are mutually installed in the undersurface part of pressurization chamber 14 inside in parallel.

[0016]And as shown in drawing 1, the laser chamber 2 is being fixed on the axle-pin rake 19 provided with the rollers 17 and 17 which can run this rail-for-movable-rack 16 and 16 top freely, and the slide member 18 which fits in the guide groove 15A of the guide rail 15, and slides on the guide 15. This axle-pin rake 19 is being fixed to the pressurization chamber 14 via the stopper 53 with the bolt etc. which are not illustrated.

[0017]The operation at the time of oscillating F2 laser 1 which equipped below with such a pressurization chamber 14 is explained. The exterior of the pressurization chamber 14 is equipped with the high voltage power

supply 6, and it has connected with the discharge circuit 3. The high voltage power supply 6 impresses high tension between the discharge electrodes 5 and 5 via this discharge circuit 3, causes discharge in the meantime, excites laser gas, and oscillates the laser beam 11. The high tension generally impressed to such F2 laser 1 is applied to pulse form, and the pulse oscillation of the laser beam 11 of F2 laser 1 is carried out.

[0018]The oscillated laser beam 11 enters into the narrow-band-ized unit 10 which penetrates the rear windows 9B and 9A, and narrow-band-izes wavelength of the laser beam 11 provided behind [external] the pressurization chamber 14 (method of the left in the figure) (wavelength is stabilized and spectral band width of wavelength is narrowed). The narrow-band-ized unit 10 is provided with the following.

For example, two prism 32 and 32.

The grating 33 which chooses the oscillation wavelength of the laser beam 11. By the prism 32 and 32, it enters into the grating 33, and diffracts, and the laser beam 11 which was able to expand the beam width is turned up and narrow-band-ized in the direction as incident light only with the same laser beam 11 of predetermined wavelength. At this time, a well-known etalon may be used for the narrow-band-ized unit 10 in excimer laser, and it may constitute it only with a dispersing prism.

[0019]The laser beam 11 emitted from the narrow-band-ized unit 10 penetrates the rear windows 9A and 9B, passes the laser chamber 2 and penetrates the front windows 7B and 7A. And the laser beam 11 carries out partial transmission of the front mirror 8 arranged ahead [of the pressurization chamber 14 / external], and the part emits it outside. Since the laser beam 11 oscillated from F2 laser 1 is absorbed into oxygen in the air very well at this time, in order to prevent this absorption, the inside of the narrow-band-ized unit 10 is purged by the inactive gas of for example, N2 grade. As the two-dot chain line showed, the narrow-band-ized unit 10 may be formed in the pressurization chamber 14 at the figure. Since the narrow-band-ized unit 10 is in the inside of the inactive gas in the pressurization chamber 14 whenever it does in this way, it is not necessary to purge the inside of the narrow-band-ized unit 10 with inactive gas.

[0020]Next, a means to introduce inactive gas and laser gas into the pressurization chamber 14 and the laser chamber 2, respectively is explained. First, the laser chamber 2 and the pressurization chamber 14 are provided

with a pressure survey means (not shown) to measure the pressure of the inside, respectively. And the inactive gas bomb 25 with which inactive gas, such as nitrogen (N₂), was enclosed, for example as for the pressurization chamber 14, It has the inert gas introducing means which has the inactive gas valve 26 which controls introduction of inactive gas, the inactive gas piping 27, and the inactive gas connection joint 28 which connects the inactive gas piping 27 to the pressurization chamber 14. It is possible to introduce inactive gas into the inside of the pressurization chamber 14 to arbitrary pressures by this inert gas introducing means. The pressurization chamber 14 is provided with a vacuum suction means to have the vacuum connection joint 34 which connects the vacuum pump 30, the vacuum valve 31, the vacuum piping 32, and the vacuum piping 32 to the pressurization chamber 14, for example. It is possible to carry out vacuum suction of the inside to arbitrary pressures by this.

[0021] And the laser gas cylinder 35 with which the laser chamber 2 enclosed fluoride (F₂) and helium (helium) with the predetermined pressure ratio, for example, The laser gas valve 36 which controls introduction of laser gas, and the laser gas piping 37, It has the laser gas introduction means which has the laser gas introduction joint 38 which introduces the laser gas piping 37 into the inside of the pressurization chamber 14, and the laser gas connection joint 39 which connects the laser gas piping 37 to the laser chamber 2. It is possible for this to introduce laser gas into laser chamber 2 inside to arbitrary pressures. The helium cylinder 41 with which the laser chamber 2 enclosed helium gas and the helium valve 42 which controls introduction of helium gas, It has helium introduction means which has the helium piping 43, helium introduction joint 44 which introduces the helium piping 43 into the inside of the pressurization chamber 14, and helium connection joint 45 which connects the helium piping 43 to the laser chamber 2. It is possible for this to introduce helium gas into laser chamber 2 inside to arbitrary pressures. Furthermore, the laser chamber 2 is provided with a vacuum suction means to have the vacuum introduction joint 33 which introduces the vacuum pump 30, the vacuum valve 31, the vacuum piping 32, and the vacuum piping 32 into the inside of the pressurization chamber 14, for example, and the vacuum connection joint 34 which connects the vacuum piping 32 to the laser chamber 2. Thereby, vacuum suction is possible to arbitrary pressures in the inside.

[0022] Hereafter, an example of the procedure which introduces laser gas and inactive gas into the laser chamber 2 and the pressurization chamber 14, respectively is explained using the flow chart of drawing 3. S is attached and expressed with the following flow charts to each step number. First, after starting the vacuum pumps 30 and 30, opening the vacuum valves 31 and 31 and carrying out vacuum suction of the pressurization chamber 14 and the laser chamber 2 to a predetermined pressure, the vacuum valves 31 and 31 are closed and the vacuum pumps 30 and 30 are suspended (S1). Next, the inactive gas valve 26 and the laser gas valve 36 are opened, inactive gas is introduced into the pressurization chamber 14, and laser gas is introduced into the laser chamber 2, respectively (S2). It is necessary to make it pressure PN_1 in the pressurization chamber 14 not exceed pressure PL_1 in the laser chamber 2 at the time of this gas introduction. It is good to control the speed of a pressure buildup so that the pressure differential ($PL_1 - PN_1$) of the inside of the laser chamber 2 and the exterior (pressurization chamber 14 inside) and the pressure differential (PN_1 -atmospheric pressure) of pressurization chamber 14 inside and the exterior (atmosphere) become always almost equal during gas introduction. That is, it is preferred to be referred to as about one $PL_1 = 2PN$.

[0023] And the inactive gas valve 26 is closed in the place where the pressure in the pressurization chamber 14 became predetermined pressure PN (for example, about 5-6 atmospheres) (S3). And the laser gas valve 36 is closed in the place where the pressure in the laser chamber 2 became predetermined pressure PL (for example, about 10 atmospheres) (S4). An order of S3 and S4 may become reverse. Laser gas is enclosed with the inside of the laser chamber 2 which inactive gas was enclosed with the inside of the pressurization chamber 14 by pressure PN by the above step, and was installed in the inside of the pressurization chamber 14 by it by pressure PL . Pressure PN of the inactive gas in the pressurization chamber 14, Although not restricted with 5-6 atmospheres, it is most preferred to consider it as about $PL = 2PN$ so that the pressure differential ($PL - PN$) of the inside of the laser chamber 2 and the exterior (pressurization chamber 14 inside) and the pressure differential (PN -atmospheric pressure) of the inside of the pressurization chamber 14 and the exterior (atmosphere) may become almost equal.

[0024] According to this embodiment, the axle-pin rake 19 and the laser

chamber 2 are separated from the pressurization chamber 14 by removing the stopper 53. And it is possible to let the axle-pin rake 19 slide in the direction of this side (the direction of in figure Y) at right angles to space [in / for the rail-for-movable-rack 16 and 16 top / drawing 1], and to pull out the laser chamber 2 from the inside of the pressurization chamber 14 to the exterior. When pulling out the laser chamber 2 in this way, in order to prevent laser gas leaking, it is good to introduce helium gas and inactive gas into the inside of the laser chamber 2 and the pressurization chamber 14 to an atmospheric pressure grade, respectively. The same procedure as the flow chart shown, for example in drawing 3 may be sufficient as this introductory procedure, and it is made into pressure $P_N = P_L =$ atmospheric pressure in the figure, and should just introduce helium gas into the inside of the laser chamber 2 instead of laser gas. And the vacuum connection joint 34 which has connected the vacuum piping 32, the laser piping 37, and the helium piping 43 to the laser chamber 2, respectively, the laser connection joint 39, and helium connection joint 45 are loosened, and each piping is removed from the laser chamber 2. After removing the wiring for introduction of the current which is not illustrated, etc., the laser chamber 2 is pulled out to the exterior of the pressurization chamber 14.

[0025]As explained above, according to this embodiment, the laser chamber 2 was stored inside the pressurization chamber 14, and the inactive gas of bigger pressure P_N than atmospheric pressure is enclosed with the inside of this pressurization chamber 14 smaller than pressure P_L of the laser gas in the laser chamber 2. By this the pressure differential ($P_L - P_N$) of the inside of the laser chamber 2 and the exterior, It is rare to become smaller than the conventional pressure differential ($P_L -$ atmospheric pressure), and for the laser chamber 2 to expand, for the optic axis of the laser beam 11 to shift, or for the windows 7B and 9B and the discharge circuit 3 to separate from the laser chamber 2. Even if this uses the pressure-proof low laser chamber 2, it is possible to raise the pressure of laser gas and the power of the laser beam 11 can be increased.

[0026]The laser chamber 2 is carried on the axle-pin rake 19 provided with the roller 17, and it lets this axle-pin rake 19 slide on the rail for movable rack 16 and 16, and enables it to pull out the laser chamber 2 from the pressurization chamber 14. The help who is easily exchangeable and requires the laser chamber 2 by this at the time of a maintenance can be

saved labor.

[0027]High-pressure gas is enclosed with laser chamber 2 and pressurization chamber 14 inside, and it gets hot with the heat generated from the laser chamber 2. In order to cool this, it is good to contact cooling methods (not shown), such as a Peltier device, to at least one external wall surface of the laser chamber 2 or the pressurization chamber 14, and to cool these. It may be made to replace the specified quantity continuously or intermittently by the inert gas introducing means and a vacuum suction means, although the inactive gas of pressurization chamber 14 inside is always good as for the stop end, maintaining predetermined pressure PN. Thus, it becomes possible to cool the laser chamber 2 from the circumference by replacing the inactive gas which got hot. Or after taking out inactive gas to the exterior of the pressurization chamber 14, it cools by the cooling method which is not illustrated and may be made to return to the inside of the pressurization chamber 14.

[0028]Next, a 2nd embodiment that starts this invention based on drawing 4 is described. In the figure, the transverse fan 54 which sends in laser gas between the discharge electrodes 5 and 5 is installed in the specified position of the laser chamber 2. This transverse fan 54 is supported movably by the magnetic fluid bearing 55 and 55 fixed to the both ends of the laser chamber 2, enabling free rotation, and power is supplied to it by the motor 56 connected to the magnetic fluid bearing 55 and 55, and it rotates. And in this embodiment, the exterior of the discharge circuit 3 which closes the top opening 12 of the laser chamber 2 is covered, and the small pressurization chamber 51 is formed. This pressurization chamber 51 equips the whole surface with the opening 46, and is provided with the flange 51A which has O ring groove 47 and the bolthole 48 which fitted O ring 49 into the outer peripheral part of this opening 46. And this flange 51A is fixed to the bolthole (not shown) in which it was provided by the upper surface of the laser chamber 2 with the bolt 52. This is closing the inside of the pressurization chamber 51.

[0029]The same small pressurization chambers 51 and 51 are arranged also to the exterior of the magnetic fluid bearing 55 and 55 of laser chamber 2 both ends. The small pressurization chambers 51 and 51 provided with the windows 7A and 9A which penetrate the laser beam 11 are arranged also to the exterior of the windows 7B and 9B, respectively. These pressurization

chambers 51 are provided with the respectively same vacuum suction means and inert gas introducing means (not shown) as a 1st embodiment. And inactive gas is closed by predetermined pressure PN inside the pressurization chamber 51.

[0030]As shown in the figure, it replaced with the narrow-band-ized unit 10 and the rear mirror 52 which carries out total internal reflection of the laser beam 11 is arranged. Thereby, although narrow-band-ization of the wavelength of the laser beam 11 is not performed, the power of the laser beam 11 increases.

[0031]Thus, according to this embodiment, the outside of the magnetic fluid bearing 55 and 55, the discharge circuit 3, and the windows 7B and 9B is equipped with the pressurization chamber 51 which closed the inactive gas of predetermined pressure PN, and the circumference of these components is covered. Thereby, the pressure differential of the laser chamber 2 inside and the outside of the magnetic fluid bearing 55 and 55, the discharge circuit 3, and the windows 7B and 9B turns into a pressure differential (PL-PN), and decreases rather than the pressure differential (PL-atmospheric pressure) of conventional technology. Therefore, since the power concerning the magnetic fluid bearing 55 and 55, the discharge circuit 3, and the windows 7B and 9B from which it was easy to separate is reduced especially conventionally, it becomes difficult to separate from these from the laser chamber 2, and it becomes possible to increase pressure-proofing of the laser chamber 2 efficiently. F2 laser 1 is miniaturized compared with the form which stores the laser chamber 2 whole like a 1st embodiment in the pressurization chamber 14. At this time, the construction material of the laser chamber 2, board thickness, structure, etc. are strengthened, and also to high-pressure laser gas, distortion of laser chamber 2 main part is small, and is making.

[0032]Although the case where laser gas was made to discharge via the discharge circuit 3 as an excitation device of the laser beam 11 was taken for the example in this embodiment, it is effective also to the laser of not only this but laser excitation, or the laser of electron beam excitation. In such a case, what is necessary is to cover only the circumference of the windows 7B and 9B by the pressurization chamber 51, for example. Although the laser beam 11 illustrated the windows 7B and 9B as an emitting part emitted from the laser chamber 2, it is effective also to the laser of a form which fixes the rear mirror 52 and the front mirror 8 to the laser chamber 2 directly, for

example. In that case, what is necessary is to make the rear mirror 52 and the front mirror 8 into an emitting part, and just to cover the circumference by the pressurization chamber 51. Although the magnetic fluid bearing 55 was illustrated as a power introduction means which introduces the power of the motor 56 into laser chamber 2 inside, it is not restricted to this.

[0033]In this embodiment, although the circumference of the windows 7B and 9B, the discharge circuit 3, and the magnetic fluid bearing 55 was covered by the pressurization chamber 51, it is not restricted to this. That is, by degradation of this sealing means, etc., as stated to the clause of conventional technology, the component currently fixed to the laser chamber 2 by the sealing means of an O ring etc. may separate from the laser chamber 2, when big power is received. Since this is prevented, this embodiment is applicable to all the portions that receive the pressure of laser gas. For example, what is necessary is just to prepare such a pressurization chamber 51 for the case where piping, wiring, etc. are introduced in the laser chamber 2, around each of these introduction means. If such an introduction means is summarized in the approximately same part of the laser chamber 2 and this is covered by the one pressurization chamber 51, there will be little number of the required pressurization chamber 51, and it will end.

[0034]In each above-mentioned embodiment, although explained taking the case of F2 laser, this invention is applicable to the gas laser at large whose pressure of not only this but laser gas is higher than atmospheric pressure. For example, even if it is the excimer laser whose pressure of laser gas is 2-3 atmospheres, by applying this invention, it becomes possible to increase pressure-proofing of the laser chamber 2, and the reliability of equipment improves.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The block diagram of the F2 laser concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]Detailed structural drawing of a pressurization chamber.

[Drawing 3]The flow chart of an example of the procedure which introduces gas into a laser chamber and a pressurization chamber.

[Drawing 4]The block diagram of the F2 laser concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 5]The block diagram of the F2 laser concerning conventional technology.

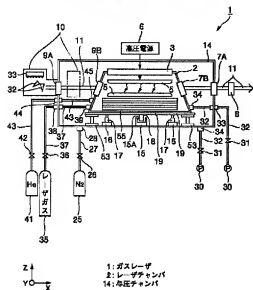
[Explanations of letters or numerals]

F2 laser, 2:laser chamber, 3:discharge circuit, 5 : 1: A discharge electrode, A high voltage power supply, 7:front window, 8:front mirror, 9 : 6: A rear window, A narrow-band-ized unit, 11:laser beam, 12:top opening, 14 : 10: A pressurization chamber, A flange, 15:guide rail, a 15A:guide groove, 16 : 14A: A rail, A roller, 18:slide member, 19:axle-pin rake, 25 : 17: An inactive gas bomb, An inactive gas valve, 27:inactive gas piping, 28 : 26: An inactive gas connection joint, A vacuum pump, 31:vacuum valve, 32:vacuum piping, 33 : 30: A vacuum introduction joint, A vacuum connection joint, 35:laser gas cylinder, 36 : 34: A laser gas valve, Laser gas piping, 38:laser gas introduction joint, 39 : 37: A laser gas connection joint, 41: helium cylinder, a 42:helium valve, 43:helium piping, a 44:helium introduction joint, 45: helium connection joint, 46:opening, 47:O ring groove, 48:bolthole, 49:O ring, 51:pressurization chamber, a 51A:flange, 52:rear mirror, 53:stopper, 54:transverse fan, 55:magnetic fluid bearing, 56 : motor.

DRAWINGS

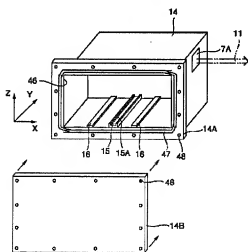
[Drawing 1]

本発明の第1実施形態に係るF2レーザの構成図



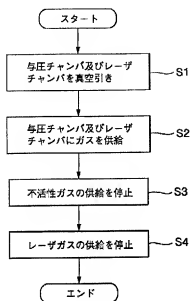
[Drawing 2]

高圧チャンバの内部構造図



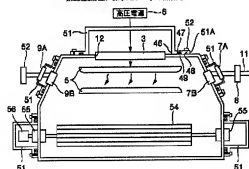
[Drawing 3]

レーザチャンバ及び圧チャンバにガスを導入する
手順の一例のフローチャート



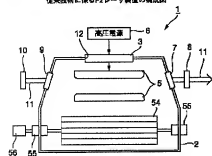
[Drawing 4]

従来技術に係るF2レーザの構成図



[Drawing 5]

従来技術に係るF2レーザ装置の構成図



(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 S 3/036

識別番号

F I

H 0 1 S 3/03

サーチコード^{*}(参考)

J 5 F 0 7 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-27048

(22) 出願日 平成11年2月4日 (1999.2.4)

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 若林 理

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72) 発明者 榎波 龍雄

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72) 発明者 永井 伸治

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

Fターム(参考) 5F071 AA04 AA06 DD08 EE01 EE04

GC05 JJ03 JJ05

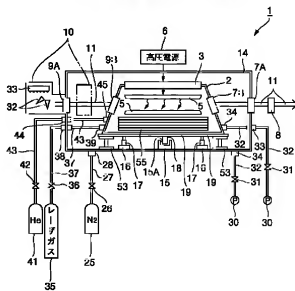
(54) 【発明の名称】 ガスレーザ

(57) 【要約】

【課題】 レーザガスに対する高い耐圧を有し、レーザガスの圧力を高めることで強いパワーを得ることが可能なガスレーザを提供する。

【解決手段】 レーザチャンバ2内に大気圧よりも高い圧力PLのレーザガスを封止し、そのレーザガスを励起してレーザ光1を発振させるガスレーザ1において、内部にレーザガスの圧力PLよりも低く、かつ大気圧よりも高い圧力PNの不活性ガスを充填した与圧チャンバ14を備え、この与圧チャンバ14の内部にレーザチャンバ2を取納するか、又はこの与圧チャンバ51によって、少なくともレーザ光11の出射部7B、9Bと、又はさらにレーザチャンバ2に装着されてレーザガスを励起する放電回路3とのレーザチャンバ2外側を覆っている。

本発明の第1実施形態に係るF2レーザの構成図



Z ↑
VO X

1: ガスレーザ
2: レーザチャンバ
14: 与圧チャンバ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザチャンバ(2)内に大気圧よりも高い圧力(PL)のレーザガスを封止し、そのレーザガスを励起してレーザ光(11)を発振させるガスレーザ(1)において、

内部にレーザガスの圧力(PL)よりも低く、かつ大気圧よりも高い圧力(PN)の不活性ガスを充填した与圧チャンバ(14)を備え、

この与圧チャンバ(14)の内部にレーザチャンバ(2)を取納したことを特徴とするガスレーザ(1)。

【請求項2】 レーザチャンバ(2)内に大気圧よりも高い圧力(PL)のレーザガスを封止し、そのレーザガスを励起して発振させたレーザ光(11)をレーザチャンバ(2)の射出部(7B, 9B)から外部に射出するガスレーザ(1)において、

内部にレーザガスの圧力(PL)よりも低く、かつ大気圧よりも高い圧力(PN)の不活性ガスを充填した与圧チャンバ(51)を備え、

この与圧チャンバ(51)によって、少なくとも射出部(7B, 9B)と、又はさらにレーザチャンバ(2)に装着されてレーザガスを励起する放電回路(3)とのレーザチャンバ(2)外側を覆ったことを特徴とするガスレーザ(1)。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、大気圧よりも高い圧力のレーザガスを励起してレーザ光を発振させるガスレーザに関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、大気圧よりも高い圧力のレーザガスを励起してレーザ光を発振させるガスレーザとして、例えばF2レーザが知られている。F2レーザは、波長約157nmのレーザ光を発振し、主としてレーザリソグラフィ等の精密加工の光源として使用される。図4は、従来技術に係るF2レーザの構成図を表しており、以下図面に基づいて従来技術を説明する。

【0003】図面においてF2レーザ1は、レーザガスを封入したレーザチャンバ2を備え、その内部で放電を起こしてレーザ光11を発振させている。レーザチャンバ2の内部には、レーザガスとして例えばフッ素(F2)とヘリウム(He)とが所定の圧力比で封入されており、レーザチャンバ2内の所定位置には1組の放電電極5、5が設置されている。また、レーザチャンバ2の上面の上面開口部12には放電回路3が備えられており、レーザチャンバ2の一部を構成してレーザガスを封止している。また、レーザチャンバ2の所定位置には、レーザガスを放電電極5、5間に送り込む貫流ファン54が設置されている。この貫流ファン54は、レーザチャンバ2の両端部に固定された磁性流体軸受55、55によって回転自在に支承されており、磁性流体軸受55、55に接続されたモータ56により動力を供給され

て回転する。そして、外部の高圧電源6から、この放電回路3を介して放電電極5、5間に高電圧を印加し、放電を起こしてレーザガスを励起し、レーザ光11を発振させている。

【0004】発振したレーザ光11は、レーザチャンバ2の後端部(図中左端部)に固定されたリアウィンドウ9を透過する。そして、レーザチャンバ2の外部後方(図中左方)に設けられたリアミラー10で全反射され、レーザチャンバ2を通過して、レーザチャンバ2の前端部に固定されたフロントウィンドウ7を透過する。フロントウィンドウ7を透過したレーザ光11は、フロントミラー8を部分透過して、その一部が外部に射出する。このように、従来のF2レーザ1はエキシマレーザとほぼ同様の構成を有しており、レーザガスの構成をF2とHeとすることにより、波長約157nmのレーザ光11を発振している。そして、F2レーザ1においては、レーザガスの圧力をエキシマレーザと同様の2〜3気圧にすると、加工用の光源として充分なレーザ光11のパワーを得ることができないため、レーザガスの圧力PLをエキシマレーザの数倍の圧力(例えば10気圧程度)にすることにより、パワーを上げている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来技術には、次に述べるような問題点がある。

【0006】即ちF2レーザ1においては、レーザガスの圧力PLが大きいためにレーザチャンバ2の内部と外部(大気)との圧力差(PL-大気圧)が非常に大きい。そのため、レーザチャンバ2の内部から外部に向かって大きな力がかかってレーザチャンバ2が膨張又は変形し、レーザ光11の光軸がずれるという問題がある。また、放電回路3は、上面開口部12の面積が大きいために、レーザチャンバ2の中で最も大きな力を受け、しかもセラミック等の絶縁体で構成されているために、レーザチャンバ2に強固に固定することが困難である。さらに、放電回路3は、高電圧をレーザチャンバ2の外部から内部にある放電電極5、5に供給するために、電流導入手段(図示せず)を多数備えているが、この電流導入手段を絶縁体である放電回路3に強固に固定するのが困難である。また、ウィンドウ7、9はガラス状の材質で形成されているために、レーザチャンバ2に強固に固定することが困難である。また、磁性流体軸受55、55はその内部に磁性流体を備えており、この磁性流体によってレーザガスを封止しているが、この磁性流体がレーザガスの圧力によって外部に押し出されることがある。このように、磁性流体軸受55、55、電流導入手段を含む放電回路3、或いはウィンドウ7、9等のレーザチャンバ2に固定されている部材が、上述の圧力差(PL-大気圧)による大きな力がかかったときに、レーザチャンバ2から外れるという問題がある。さらには、これに限らず、Oリング等の封止手段が長期間使用

用した場合に劣化し、レーザチャンバ2に固定されている部材がレーザチャンバ2から外れるという問題がある。そのため、レーザガスの圧力PLを高めて、長期間使用できるレーザチャンバ2が必要となっている。

【0007】本発明は、上記の問題点に着目してなされたものであり、レーザガスに対する高い耐圧を有し、レーザガスの圧力を高めることで強いパワーを得ることが可能なガスレーザを提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】上記の目的を達成するために、請求項1の発明は、レーザチャンバ内に大気圧よりも高い圧力のレーザガスを封止し、そのレーザガスを励起してレーザ光を発振させるガスレーザにおいて、内部にレーザガスの圧力よりも低く、かつ大気圧よりも高い圧力の不活性ガスを充填した与圧チャンバを備え、この与圧チャンバの内部にレーザチャンバを収納している。

【0009】請求項1に記載の発明によれば、レーザチャンバをレーザガスの圧力よりも低く、かつ大気圧よりも高い圧力のガスを封止した与圧チャンバで覆っている。これにより、レーザチャンバの内側と外側との圧力差が緩和され、レーザチャンバにかかる力が弱まる。従って、レーザチャンバが歪んだり、レーザチャンバに装着された放電回路やウィンドウが外れるようなことがない。そして、レーザチャンバの耐圧が上がるので、高い圧力のレーザガスを封入することができ、レーザ光のパワーを増加させられる。

【0010】また、請求項2に記載の発明は、レーザチャンバ内に大気圧よりも高い圧力のレーザガスを封止し、そのレーザガスを励起して発振させたレーザ光をレーザチャンバの射出部から外部に射出するガスレーザにおいて、内部にレーザガスの圧力よりも低く、かつ大気圧よりも高い圧力の不活性ガスを充填した与圧チャンバを備え、この与圧チャンバによって、少なくとも射出部と、又はさらにレーザチャンバに装着されてレーザガスを励起する放電回路とのレーザチャンバ外側を覆っている。

【0011】請求項2に記載の発明によれば、少なくともウィンドウ等の射出部と、又はさらに放電回路の外側部とを与圧チャンバで覆っている。これにより、特に外れやすい射出部や、レーザが放電回路を有する場合にはさらに放電回路の、レーザチャンバ内側と外側との圧力差が緩和され、射出部や放電回路がレーザチャンバから外れることが少なくなる。従って、レーザチャンバの耐圧が上がるので、高い圧力のレーザガスを封入することができ、レーザ光のパワーを増加させられる。

【0012】

【発明の実施の形態】まず、図を参照しながら、本発明に係る実施形態を詳細に説明する。尚、各実施形態において、前記従来技術の説明に使用した図、及びその実施

形態よりも前出の実施形態の説明に使用した図と同一の要素には同一符号を付し、重複説明は省略する。

【0013】以下、図1〜図3に基づいて、第1実施形態を説明する。図1は、本実施形態に係るF2レーザの構成図、図2は本実施形態に係る与圧チャンバの詳細構成図を示している。図1に示すように、F2レーザ1は、内部に不活性ガスを封止した与圧チャンバ14と、この与圧チャンバ14の内部に設置されて、内部にレーザガスを封入し、レーザ光11を発振させるレーザチャンバ2とを備えている。

【0014】レーザチャンバ2は、その前端部と後端部に、フロントウィンドウ7B及びリアウィンドウ9Bを備えている。レーザチャンバ2の内部には、レーザガスとして例えばフッ素（F2）とヘリウム（He）とが所定の圧力比で、圧力PLだけ封入されており、レーザチャンバ2内の所定位置には1組の放電電極5、5が設置されている。また、レーザチャンバ2の上面の上面開口部12には放電回路3が備えられており、レーザチャンバ2の一部を構成してレーザガスを封止している。レーザチャンバ2内の所定位置には、レーザガスを放電電極5、5間に送り込む貫流ファン54が設置されている。この貫流ファン54は、レーザチャンバ2の両端部に固定された磁性流体軸受（図示せず）によって回転自在に支承されており、磁性流体軸受に接続されたモータ（図示せず）によって動力を供給されて回転する。

【0015】また、レーザチャンバ2は、所定の圧力PNの不活性ガス（例えばN2）を封止した与圧チャンバ14の内部に収納されている。このとき、不活性ガスの圧力PNは、レーザガスの圧力PLよりも低く、かつ大気圧よりも高くなっている。そのため、レーザチャンバ2の内部と外部との圧力差は圧力差（PL-PN）となり、従来技術における圧力差（PL-大気圧）よりも小さくくなってレーザチャンバ2にかかる力が低減される。尚、酸素によるレーザ光11の吸収を防止するため、与圧チャンバ14中の不活性ガス中の酸素濃度は、10ppm以下であることが望ましい。この与圧チャンバ14は、その前端部（図中右端部）と後端部に、それぞれレーザ光11を透過するフロントウィンドウ7A及びリアウィンドウ9Aを備えている。また図2に示すように、与圧チャンバ14の一面には開口部46が形成されており、この開口部46の外周部に、Oリング溝47及びボルト孔48を有するフランジ14Aを備えている。このフランジ14Aには、ボルト孔48を有する蓋14Bが固定しないボルトによって取り付け可能であり、蓋14BとOリング溝47に嵌合されたOリング（図示せず）とにより、与圧チャンバ14の内部を封止している。また、与圧チャンバ14内部の下面部には、レーザ光11の光軸方向（図中X方向）と垂直な方向（図中Y方向）に、ガイド溝15Aを有するガイドレール15と、2本の走行レール16、16が互いに平行に設置されている。

【0016】そして、図1に示すようにレーザチャンバ2は、この走行レール16、16上を走行自在なローラ17、17と、ガイドレール15のガイド溝15A内に嵌まってガイド15を揺動する揺動部材18とを備えたキャスタ19上に固定されている。また、このキャスタ19は、ストップ53を介して、図示しないボルト等によって与圧チャンバ14に固定されている。

【0017】以下に、このような与圧チャンバ14を備えたF2レーザ1を発振させる際の作用について説明する。与圧チャンバ14の外部には高圧電源6が備えられており、放電回路3と接続している。高圧電源6は、この放電回路3を介して放電電極5、5間に高電圧を印加し、その間に放電を起こしてレーザガスを励起し、レーザ光11を発振させる。尚、一般にこのようなF2レーザ1に印加される高電圧はパルス状に加えられ、F2レーザ1のレーザ光11はパルス発振する。

【0018】発振したレーザ光11は、リアウィンドウ9B、9Aを透過し、与圧チャンバ14の外部後方(図中左方)に設けられたレーザ光11の波長を狭帯域化する(波長を安定させ、かつ波長のスペクトル幅を狭くする)、狭帯域化ユニット10に入射する。狭帯域化ユニット10は、例えば2個のプリズム32、32と、レーザ光11の発振波長を選択するグレーティング33とを備えている。プリズム32、32によってその光束幅を広げられたレーザ光11は、グレーティング33に入射して回折され、所定の波長のレーザ光11のみが入射光と同じ方向に折り返されて狭帯域化される。尚、このとき狭帯域化ユニット10は、エキシマレーザにおいて周知のエロンを用いてもよく、また分散プリズムのみによって構成してもよい。

【0019】狭帯域化ユニット10から出射したレーザ光11は、リアウィンドウ9A、9Bを透過してレーザチャンバ2を通過し、フロントウィンドウ7B、7Aを透過する。そしてレーザ光11は、与圧チャンバ14の外部前方に配置されたフロントミラー8を部分透過し、その一部が外部に出射する。このとき、F2レーザ1から発振したレーザ光11は、空気中の酸素に非常に良く吸収されるので、この吸収を防ぐため、狭帯域化ユニット10の内側は例えばN2等の不活性ガスによってパージされている。尚、図中に二点鎖線で示したように、与圧チャンバ14内に狭帯域化ユニット10を設けてもよい。このようにすれば、狭帯域化ユニット10が常に与圧チャンバ14内の不活性ガスの内部にあるので、狭帯域化ユニット10の内部を不活性ガスでパージする必要がない。

【0020】次に、与圧チャンバ14及びレーザチャンバ2にそれぞれ不活性ガス及びレーザガスを導入する手段について説明する。まず、レーザチャンバ2及び与圧チャンバ14は、それぞれその内部の圧力を測定する圧力測定手段(図示せず)を備えている。そして、与圧チャンバ14は、例えば窒素(N2)等の不活性ガスが封入された不活性ガスボンベ25と、不活性ガスの導入をコントロールする不活性ガスバルブ26と、不活性ガス配管27と、不活性ガス配管27と与圧チャンバ14に接続する不活性ガス接続継手28とを有する不活性ガス導入手段を備えている。この不活性ガス導入手段により、与圧チャンバ14の内部に任意の圧力まで不活性ガスを導入することが可能である。また、与圧チャンバ14は、例えば真空ポンプ30と、真空バルブ31と、真空配管32と、真空配管32と与圧チャンバ14に接続する真空接続継手34とを有する真空引き手段とを備えている。これにより、その内部を任意の圧力まで真空引きすることが可能である。

【0021】そしてレーザチャンバ2は、例えばフッ素(F2)とヘリウム(He)とを所定の圧力比で封入したレーザガスボンベ35と、レーザガスの導入をコントロールするレーザガスバルブ36と、レーザガス配管37と、レーザガス配管37と与圧チャンバ14の内部に導入するレーザガス導入継手38と、レーザガス配管37をレーザチャンバ2に接続するレーザガス接続継手39とを有するレーザガス導入手段を備えている。これにより、レーザガスをレーザチャンバ2内部に任意の圧力まで導入することが可能である。またレーザチャンバ2は、Heガスを封入したHeボンベ41と、Heガスの導入をコントロールするHeバルブ42と、He配管43と、He配管43と与圧チャンバ14の内部に導入するHe導入継手44と、He配管43をレーザチャンバ2に接続するHe接続継手45とを有するHe導入手段を備えている。これにより、Heガスをレーザチャンバ2内部に任意の圧力まで導入することが可能である。さらにレーザチャンバ2は、例えば真空ポンプ30と、真空バルブ31と、真空配管32と、真空配管32と与圧チャンバ14の内部に導入する真空導入継手33と、真空配管32をレーザチャンバ2に接続する真空接続継手34とを有する真空引き手段を備えている。これにより、その内部を任意の圧力まで真空引き可能である。

【0022】以下、レーザチャンバ2及び与圧チャンバ14に、それぞれレーザガス及び不活性ガスを導入する手順の一例を、図3のフローチャートを利用して説明する。なお、以下のフローチャートでは、各ステップ番号にSを付して表す。まず、真空ポンプ30、30を起動し、真空バルブ31、31を開いて、与圧チャンバ14及びレーザチャンバ2を所定の圧力まで真空引きした後、真空バルブ31、31を閉じ、真空ポンプ30、30を停止する(S1)。次に、不活性ガスバルブ26及びレーザガスバルブ36を開き、与圧チャンバ14に不活性ガスを、またレーザチャンバ2にレーザガスを、それぞれ導入する(S2)。このガス導入時には、与圧チャンバ14内の圧力PNIがレーザチャンバ2内の圧力PIを上回らないようにする必要がある。また、ガス導入

中にレーザチャンバ2の内部と外部（与圧チャンバ14内部）との圧力差（ $PL1-PN1$ ）及び与圧チャンバ14内部と外部（大気）との圧力差（ $PN1$ -大気圧）が、常にはほぼ等しくなるように圧力上昇のスピードをコントロールするのがよい。即ち、 $PL1=2PN1$ 程度とするのが好適である。

【0023】そして、与圧チャンバ14内の圧力が所定の圧力PN（例えば5〜6気圧程度）になったところで、不活性ガスバルブ26を閉じる（S3）。そして、レーザチャンバ2内の圧力が所定の圧力PL（例えば約10気圧）になったところで、レーザガスバルブ36を閉じる（S4）。尚、S3とS4との順序が逆になる場合もある。以上のステップにより、与圧チャンバ14の内部には不活性ガスが圧力PNで封入され、また与圧チャンバ14の内部に設置されたレーザチャンバ2の内部には、レーザガスが圧力PLで封入される。尚、与圧チャンバ14内の不活性ガスの圧力PNは、5〜6気圧と限られるものではないが、レーザチャンバ2の内部と外部（与圧チャンバ14内部）との圧力差（ $PL-PN$ ）及び与圧チャンバ14の内部と外部（大気）との圧力差（ PN -大気圧）がほぼ等しくなるように、 $PL=2PN$ 程度とするのが、最も好適である。

【0024】また本実施形態によれば、ストップ53を外すことにより、キャスタ19及びレーザチャンバ2は、与圧チャンバ14から分離される。そして、キャスタ19を、走行レール16、16上を図1における紙面と垂直に手前方向（図中-Y方向）に滑らせて、レーザチャンバ2を与圧チャンバ14の内部から外部へ引き出すことが可能である。尚、このようにレーザチャンバ2を引き出す場合は、レーザガスが漏れるのを防ぐため、レーザチャンバ2及び与圧チャンバ14の内部に、それぞれHeガス及び不活性ガスを大気圧程度まで導入しておくのがよい。この導入手順は、例えば図3に示したフローチャートと同様の手順でよく、同図において圧力 $P_N=PL$ -大気圧とし、かつレーザガスの代わりにHeガスをレーザチャンバ2の内部に導入するようにすればよい。そして、レーザチャンバ2に真空配管32、レーザ配管37、及びHe配管43をそれぞれ接続している真空接続手34、レーザ接続手39、及びHe接続手45を緩めてそれぞれの配管をレーザチャンバ2から外す。また、図示しない電流の導入用の配線なども外した後に、レーザチャンバ2を与圧チャンバ14の外部に引き出すようにする。

【0025】以上説明したように、本実施形態によれば、レーザチャンバ2を与圧チャンバ14の内部に収納し、この与圧チャンバ14の内部に、レーザチャンバ2内のレーザガスの圧力PLよりも小さく、かつ大気圧よりも大きな圧力PNの不活性ガスを封入している。これにより、レーザチャンバ2の内部と外部との圧力差（ $PL-PN$ ）が、従来の圧力差（ PL -大気圧）よりも小さ

くなり、レーザチャンバ2が膨張してレーザ光11の光軸がずれたり、ウィンドウ7B、9Bや放電回路3がレーザチャンバ2から外れたりすることが少ない。また、これにより、耐圧の低いレーザチャンバ2を使用しても、レーザガスの圧力を上げることが可能であり、レーザ光11のパワーを増大させることができる。

【0026】さらに、レーザチャンバ2をローラ17を備えたキャスタ19上に搭載し、このキャスタ19を走行レール16、16上で滑らせて、レーザチャンバ2を与圧チャンバ14から引き出せるようにしている。これにより、レーザチャンバ2を容易に交換可能であり、メンテナンス時に要する人手を省力化できる。

【0027】尚、レーザチャンバ2及び与圧チャンバ14内部には高圧のガスが封入されており、レーザチャンバ2から発生する熱によって熱くなっている。これを冷却するためには、レーザチャンバ2又は与圧チャンバ14の少なくとも一方の外壁面にベルチエ素子等の冷却手段（図示せず）を接触させ、これらを冷却するようにするとよい。また、与圧チャンバ14内部の不活性ガスは、常に封じ切りにしてもよいが、所定圧力PNを保つようにしながら、不活性ガス導入手段及び真空引き手段によって所定量を連続的或いは断続的に入れ替えるようにしてもよい。このように、熱くなった不活性ガスが入れ替えられることにより、レーザチャンバ2を周囲から冷却することが可能となる。或いは、不活性ガスを与圧チャンバ14の外部に取り出した後に、不活性な冷却手段によって冷却し、与圧チャンバ14の内部に戻すようにしてもよい。

【0028】次に、図4に基づいて本発明に係る第2実施形態を説明する。同図において、レーザチャンバ2の所定位置には、レーザガスを放電電極5、5間に送り込む貫流ファン54が設置されている。この貫流ファン54は、レーザチャンバ2の両端部に固定された磁性流体軸受55、55によって回転自在に支承されており、磁性流体軸受55、55に接続されたモータ56により動力を供給されて回転する。そして、本実施形態では、レーザチャンバ2の上面開口部12を封止する放電回路3の外部を覆って、小型の与圧チャンバ51が設けられている。この与圧チャンバ51は、一面に開口部46を備えており、この開口部46の外周部に、Oリング49を嵌合したOリング溝47及びボルト孔48を有するフランジ51Aを備えている。そして、このフランジ51Aを、レーザチャンバ2の上面に設けられたボルト孔（図示せず）にボルト52によって固定している。これにより、与圧チャンバ51の内部を封止している。

【0029】また、同様の小型の与圧チャンバ51、51を、レーザチャンバ2両端部の磁性流体軸受55、55の外部にも配置している。さらに、レーザ光11を透過するウィンドウ7A、9Aを備えた小型の与圧チャンバ51、51を、それぞれウィンドウ7B、9Bの外部

にも配置している。これらの与圧チャンバ5は、それぞれ第1実施形態と同様の真空引き手段及び不活性ガス導入手段（図示せず）を備えている。そして、与圧チャンバ5 1の内部に不活性ガスを所定の圧力PNで封止している。

【0030】また、図面に示すように、狭帯域化ユニット10に代えて、レーザ光11を全反射するリアミラー52を配置している。これにより、レーザ光11の波長の狭帯域化は行なわれないが、レーザ光11のパワーは増加する。

【0031】このように本実施形態によれば、所定圧力PNの不活性ガスを封止した与圧チャンバ5 1を、磁性流体軸受5 5、5 5、放電回路3及びウィンドウ7 B、9 Bの外側に備え、これらの部材の周囲をカバーしている。これにより、磁性流体軸受5 5、5 5、放電回路3及びウィンドウ7 B、9 Bの、レーザチャンバ2内側と外側との圧力差は、圧力差（PL- P_N ）となり、従来技術の圧力差（PL-大気圧）よりも減少する。従って、従来は特に外れやすかった磁性流体軸受5 5、5 5、放電回路3及びウィンドウ7 B、9 Bにかかる力が低減されるので、これらがレーザチャンバ2から外れにくくなり、効率的にレーザチャンバ2の耐圧を上げることが可能となる。また、第1実施形態の如きレーザチャンバ2全体を与圧チャンバ14内に収納する形態に比べ、F2レーザ1が小型化する。このとき、レーザチャンバ2の材質、板厚、構造等を強化し、高圧のレーザガスに対してレーザチャンバ2本体の歪みが小さいようにしている。

【0032】尚、本実施形態では、レーザ光11の励起手段として放電回路3を介してレーザガスを放電させる場合を例にとったが、これに限らず、レーザ励起のレーザや電子ビーム励起のレーザに対しても有効である。このような場合は、例えばウィンドウ7 B、9 Bの周囲のみを与圧チャンバ5 1で覆うようにすればよい。また、レーザ光11がレーザチャンバ2から射出する出射部として、ウィンドウ7 B、9 Bを例示したが、例えばレーザチャンバ2にリアミラー52やフロントミラー8を直接固定するような形態のレーザに対しても有効である。その場合は、リアミラー52やフロントミラー8を出射部として、ウィンドウ7 B、9 Bを例示したが、例えばレーザチャンバ2の内部に導入する動力導入手段として磁性流体軸受5 5を例示したが、これに限られるものではない。

【0033】また、本実施形態では、ウィンドウ7 B、9 B、放電回路3、及び磁性流体軸受5 5の周囲を与圧チャンバ5 1で覆うようにしたが、これに限られるものではない。即ち、従来技術の項に述べたように、例えば

Oリング等の封止手段によってレーザチャンバ2に固定されている部材は、この封止手段の劣化等によって、大きな力を受けた場合にレーザチャンバ2から外れることがある。これを防止するため、本実施形態はレーザガスの圧力を受ける部分すべてに適用可能である。例えば、配管や配線等をレーザチャンバ2内に導入する場合に、これらの各導入手段の周囲に、このような与圧チャンバ5 1を備えるようにすればよい。さらには、このような導入手段をレーザチャンバ2の略同一箇所にまとめ、1個の与圧チャンバ5 1でこれを覆うようにすれば、必要な与圧チャンバ5 1の個数が少なくてすむ。

【0034】また、上記各実施形態では、F2レーザを例にとって説明したが、本発明はこれに限らず、レーザガスの圧力が大気圧よりも高いガスレーザ全般に対して応用可能である。例えば、レーザガスの圧力が2〜3気圧のエキシマレーザであっても、本発明を応用することにより、レーザチャンバ2の耐圧を上げることが可能となり、装置の信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るF2レーザの構成図。

【図2】与圧チャンバの詳細構造図。

【図3】レーザチャンバ及び与圧チャンバにガスを導入する手順の一例のフローチャート。

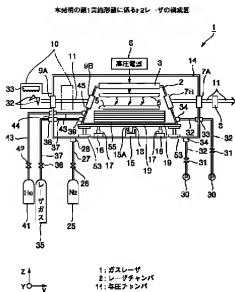
【図4】本発明の第2実施形態に係るF2レーザの構成図。

【図5】従来技術に係るF2レーザの構成図。

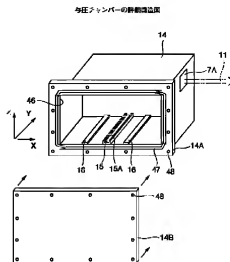
【符号の説明】

1：F2レーザ、2：レーザチャンバ、3：放電回路、5：放電電極、6：高圧電源、7：フロントウィンドウ、8：フロントミラー、9：リアウィンドウ、10：狭帯域化ユニット、11：レーザ光、12：上面開口部、14：与圧チャンバ、14A：フランジ、15：ガイドレール、15A：ガイド溝、16：レール、17：ローラ、18：摺動部材、19：キャスタ、25：不活性ガスボンベ、26：不活性ガスバルブ、27：不活性ガス配管、28：不活性ガス接続継手、30：真空ボンブ、31：真空バルブ、32：真空配管、33：真空導入継手、34：真空接続継手、35：レーザガスボンベ、36：レーザガスバルブ、37：レーザガス配管、38：レーザガス導入継手、39：レーザガス接続継手、41：Heボンベ、42：Heバルブ、43：He配管、44：He導入継手、45：He接続継手、46：開口部、47：Oリング溝、48：ボルト孔、49：Oリング、51：与圧チャンバ、51A：フランジ、52：リアミラー、53：ストップ、54：貫流ファン、55：磁性流体軸受、56：モータ。

【図1】



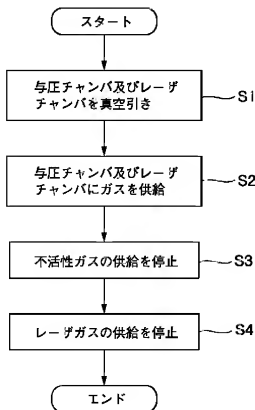
【図2】



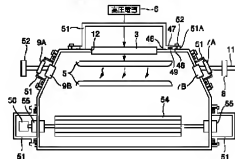
【図4】

【図3】

レーザチャンバ及び与圧チャンパにガスを導入する手順の一例のフローチャート



第2実施形態に係るレーザの構成図



【図5】

